



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 07 671 B4** 2004.01.22

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 07 671.5**  
(22) Anmeldetag: **22.02.2002**  
(43) Offenlegungstag: **11.09.2003**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **22.01.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **F28F 21/08**  
**F28F 7/00, H05K 7/20**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**m.pore GmbH, 01277 Dresden, DE; GEA  
Management Gesellschaft für Wärme- und  
Energietechnik mbH, 44807 Bochum, DE**

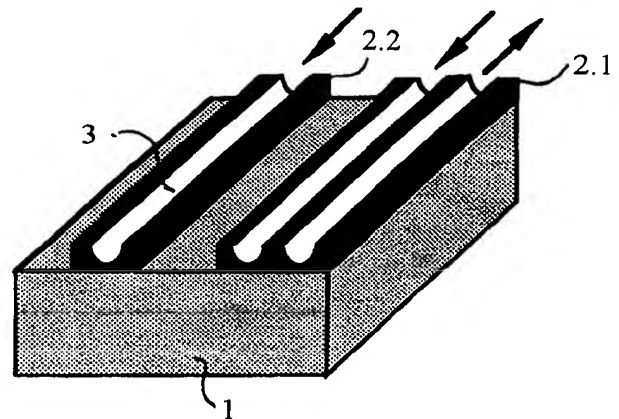
(74) Vertreter:  
**Kaufmann, S., Dr.-Ing., Dr.-Ing., habil, Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anw., 01309 Dresden**

(72) Erfinder:  
**Schädlich-Stubenrauch, Jürgen, Dr., Vaals, NL;  
Girlich, Dieter, Dr., 01309 Dresden, DE; Kühn,  
Carsten, 55595 Bockenu, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 199 34 554 A1**  
**DE 101 23 456 A1**  
**US 61 96 307 B1**  
**JP 11-1 90 595 A**  
**JP 11-1 90 595 A**  
**JP 11190595 A., In: Patent Abstracts of Japan;**

(54) Bezeichnung: **Wärmetauscher**

(57) Hauptanspruch: Wärmetauscher, bestehend aus of-  
fenporigem Metallschaum (1) und zumindest einem Wär-  
meverteiler (2), der an den Metallschaum (1) stoffschlüssig  
angebunden ist, wobei die dem Metallschaum (1) abge-  
wandte Oberfläche des Wärmeverteilers (2) kanalförmige  
Vertiefungen (3) aufweist, durch die ein fluides Medium  
strömt.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher.  
 [0002] Wärmetauscher sind Vorrichtungen, die Wärme von einem Medium mit höherer Temperatur auf ein Medium mit niedrigerer Temperatur übertragen, wobei sich das wärmere Medium abkühlt, während sich das kältere Medium erwärmt. In Abhängigkeit vom Anwendungszweck sind unterschiedliche technische Ausführungen von Wärmetauschern bekannt.  
 [0003] Für einen effektiven Wärmeaustausch zwischen den Medien ist eine möglichst große Austauschfläche erforderlich. Zu diesem Zweck weisen Wärmetauscher Kühlkörper mit Rippenprofil und Bandwicklungen oder lamellenbesetzte Rohre auf. Der berührungslose Kontakt zwischen einem derartigen Kühlkörper und einem Medium wird über Rohre oder ähnliches hergestellt, die mit dem Kühlkörper mechanisch verbunden sind. Derartige Verbindungen, die durch Pressen, Kleben oder Fügen hergestellt wurden, haben den Nachteil, daß Luftspalte Barrieren für den Wärme fluß bilden und die mechanische Belastbarkeit gering ist. Überdies ist die Berührungsfläche für den Wärmeaustausch zwischen Kühlkörper und Rohr gering.

## Stand der Technik

[0004] Zur Verbesserung des Wärmeaustausches wird in der nicht vorveröffentlichten DE 101 23 456 A1 ein Wärmetauscher vorgeschlagen, der aus offenporigem Metallschaum besteht, dessen Zellen derart miteinander verbunden sind, daß ein fluides Medium durch den Metallschaum hindurch fließen kann. An den offenporigen Metallschaum ist ein Bauelement stoffschlüssig angegossen. Das Bauelement kann als Platte ausgebildet sein, wobei die Platte selbst keine Poren aufweist, sondern als Vollmaterial gebildet ist.  
 [0005] Auch aus US 61 96 307 B1 ist ein aus offenporigem, Metallschaum bestehender Wärmetauscher bekannt. Dieser ist vorschlagsgemäß auf einem Elektronikmodul aufgebracht, in dem eine (vorzugsweise metallische) Oberfläche des Elektronikmoduls metallisiert wird und durch die dadurch erhaltene Schicht der Metallschaum aufgebracht wird. Der Metallschaum hat also keinen Kontakt mit der Oberfläche des Elektronikmoduls. Des weiteren beschreibt DE 199 34 554 A1 einen (vorzugsweise gesinterten) Kühlkörper, der ganzheitlich mit einer Kanalstruktur versehen ist.  
 [0006] Eine Weiterentwicklung von Wärmetauschern aus offenporigem Metallschaum wie nachfolgend beschrieben ist aus den o. g. Schriften und dem sonstig bekannten Stand der Technik nicht angeregt.

## Aufgabenstellung

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ei-

nen verbesserten Wärmetauscher vorzuschlagen. Insbesondere soll ein Wärmetauscher angegeben werden, der einen verbesserten Wärmeaustausch ermöglicht.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 14.

[0009] Nach Maßgabe der Erfindung ist ein Wärmetauscher vorgesehen, der aus offenporigem Metallschaum und zumindest einem Wärmeverteiler besteht, der an den Metallschaum stoffschlüssig angebunden ist, wobei die dem Metallschaum abgewandte Oberfläche des Wärmeverteilers kanalförmige Vertiefungen aufweist, durch die ein fluides Medium strömt.

[0010] Der stoffschlüssig angebundene Wärmeverteiler stellt eine große Fläche für die Wärmeübertragung auf den offenporigen Metallschaum zur Verfügung, ohne die Wärmeübertragung zu beeinträchtigen. Die Vertiefung der Oberfläche des Wärmeverteilers, die dem Metallschaum abgewandt ist, führt zu einer Vergrößerung dieser Oberfläche des Wärmeverteilers, so daß Wärme effizienter in den Metallschaum geleitet wird. Durch die Vertiefung der Oberfläche vermindert sich außerdem das Gewicht des Wärmeverteilers und damit des Wärmetauschers insgesamt. Der Wärmetauscher ist überdies kompakter gestaltet.

[0011] Die geometrische Form des Wärmetauschers ist sehr variabel, der Metallschaum kann in einer für den jeweiligen Anwendungszweck geeigneten Form hergestellt werden. Der Wärmetauscher kann eine quader-, würfel-, rohrförmige oder kammartige Gestalt aufweisen. Der Wärmetauscher kann außerdem mehrere Segmente aufweisen.

[0012] In die kanalförmigen Vertiefungen auf der Oberfläche des Wärmetauschers können Rohre, beispielsweise durch Löten, Pressen oder Kleben, eingebracht werden.

[0013] Zweckmäßigerweise ist der Wärmeverteiler als Platte oder Steg ausgebildet. Der Ausdruck „Steg“ ist in diesem Zusammenhang als Element mit vergleichsweise kleiner Oberfläche zu verstehen, der nur einen geringen Teil der Metallschaumbofläche bedeckt. Die Oberfläche eines solchen Steges kann beispielsweise eine Vertiefung in Form eines einzelnen Kanals aufweisen. Der Metallschaum weist zweckmäßigerweise mehrere solche Stege auf. Der Ausdruck „Platte“ soll darauf hinweisen, daß der Wärmeverteiler einen größeren Teil der Oberfläche oder eine gesamte Außenfläche des Metallschaums bedeckt, wobei die Oberfläche des Wärmeverteilers kompliziertere Strukturen aufweisen kann. Der Wärmeverteiler kann aus mehreren Stegen, mehreren Platten oder einer Kombination aus einer oder mehreren Platten und einem oder mehreren Stegen bestehen.

[0014] Der Wärmeverteiler besteht zweckmäßiger aus Metall, das im wesentlichen porenfrei ist, d. h.

aus sogenanntem „Vollmetall“. Geeignete Metalle für diesen Zweck sind beispielsweise Aluminium, Kupfer oder Stahl. Der Metallschaum sollte aus Aluminium gebildet sein. Die Vertiefung der Oberfläche des Verteilers kann durch mechanische oder ähnliche abrasive Bearbeitungsmethoden beispielsweise unter Verwendung eines Lasers vorgenommen werden.

[0015] Die Vertiefung in den Stegen und Platten kann in der geometrischen Gestaltung weit über die Möglichkeiten hinausgehen, die mit Rohren zu erzielen sind. Biegeradien stellen somit keine Beschränkung mehr dar. Die Verästelung der Struktur in der Oberfläche des Wärmeverteilers kann sehr fein und dreidimensional erfolgen. Eine noch feinere Strukturierung kann erreicht werden, indem in die bereits ausgebildeten Konturen Beschichtungen eingebracht werden. Die flächige Ausnutzung für den Wärmetausch kann dadurch optimiert werden.

[0016] Der Wärmeverteiler kann weiterhin mit einer Deckschicht verbunden sein, die die strukturierte Oberfläche des Wärmeverteilers überdeckt. Das Deckelement kann als einfache Platte ausgeführt sein. Alternativ kann die dem Wärmeverteiler zugewandte Oberfläche der Deckschicht eine zu der Vertiefung in der Oberfläche des Wärmeverteilers spiegelbildliche Struktur aufweisen. Es ist allerdings auch möglich, daß die dem Wärmeverteiler zugewandte Oberfläche der Deckschicht eine feinere Struktur als der Wärmeverteiler aufweist. Diese feinere Strukturierung kann innerhalb der im wesentlichen spiegelbildlich ausgeprägten Struktur der Deckschicht vorliegen.

[0017] Die Deckschicht besteht zweckmäßigerweise aus demselben Material wie der Wärmeverteiler. Die Verbindung der Deckschicht mit dem Wärmeverteiler kann beispielsweise durch Verlöten oder Verkleben hergestellt sein.

#### Ausführungsbeispiel

[0018] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0019] **Fig. 1** einen Wärmetauscher aus offenporigem Metallschaum mit zwei Wärmeverteilern;

[0020] **Fig. 2** einen Wärmetauscher mit stärker strukturierter Wärmeverteileroberfläche;

[0021] **Fig. 3** einen Wärmetauscher mit Vertiefungen in der Wärmeverteileroberfläche, in die Rohre eingebettet sind;

[0022] **Fig. 4** einen Wärmetauscher mit einem plattenförmigen Wärmeverteiler, auf den eine plattenförmige Deckschicht aufgebracht ist;

[0023] **Fig. 5** einen Wärmetauscher mit einem plattenförmigen Wärmeverteiler, auf den eine Deckschicht mit strukturierter Oberfläche aufgebracht ist; und

[0024] **Fig. 6** einen Wärmetauscher mit segmentiertem Metallschaum.

[0025] Der in **Fig. 1** gezeigte Wärmetauscher be-

steht aus dem offenporigen Metallschaum **1**, an den ein Wärmeverteiler **2** stoffschlüssig angegossen ist. Der Wärmeverteiler besteht aus einem Steg **2.2** und einer Platte **2.3**. Steg **2.2** und Platte **2.3** weisen kanalartige Vertiefungen **3** auf, durch die ein geeignetes fluides Medium (Pfeile) im Gegenstromprinzip strömt. [0026] Der in **Fig. 2** dargestellte Wärmetauscher weist eine komplexere Vertiefung **3** auf, die mäanderartig ausgeführt ist.

[0027] In **Fig. 3** sind Rohre **5** gezeigt, die in die Strukturen in der Oberfläche des Wärmeverteilers **2** eingebettet sind. Die Rohre **5** werden von einem geeigneten fluiden Medium (Pfeile) durchströmt.

[0028] **Fig. 4** zeigt einen Wärmetauscher, dessen kanalartig strukturierte Wärmeverteileroberfläche von einer plattenförmigen, unstrukturierten Deckschicht **4** überdeckt ist.

[0029] **Fig. 5** zeigt einen Wärmetauscher, dessen kanalartig strukturierte Wärmeverteileroberfläche von einer Deckschicht **4** überdeckt ist. Die Deckschicht **4** weist eine Strukturierung **6** auf, die spiegelbildlich zu der Strukturierung **3** des Wärmeverteilers **2** an der dem Wärmeverteiler **2** zugewandten Oberfläche der Deckschicht **4** ausgebildet ist.

[0030] **Fig. 6** zeigt einen Wärmeaustauscher mit segmentiertem Metallschaum **1**. Der Metallschaum **1** wird von einem fluiden Medium A (Pfeil A) durchströmt, während ein anderes fluides Medium B (Pfeil B) durch die kanalartige Vertiefung **3** des Wärmeverteilers **2** strömt. Ist Medium B das Medium mit der höheren Temperatur, wird dessen Wärme durch den Wärmeverteiler **3** in den Metallschaum **1** geleitet, wo sie von dem fluiden Medium A aufgenommen und aus dem Wärmetauscher ausgetragen wird. Das fluide Medium A kann beispielsweise von einem Lüfter (nicht gezeigt) bewegt werden.

[0031] Namentlich im Hinblick auf die Kühlung elektronischer Bauteile ist vorgesehen, daß ein Lüfter für eine erzwungene Konvektion in dem Metallschaum **1** eingebracht ist; diese umschlossene Bauweise ist gepaart mit einer nachhaltigen Geräuschdämmung.

[0032] Zudem kann die Oberfläche des Metallschaumes **1** mit Nanopartikeln beschichtet sein, um eine Oberflächenvergrößerung zu erreichen und/oder eine Verschmutzung des Metallschaumes infolge des Lotuseffektes zu vermeiden.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Metallschaum
<b>2</b>	Wärmeverteiler
<b>2.1</b>	Platte
<b>2.2</b>	Steg
<b>3</b>	kanalförmige Vertiefung des Wärmeverteilers
<b>4</b>	Deckschicht
<b>5</b>	Rohre
<b>6</b>	Struktur bzw. Strukturierung der Deckschicht
<b>A</b>	Fluid A
<b>B</b>	Fluid B

# **Patentansprüche**

1. Wärmetauscher, bestehend aus offenporigem Metallschaum (1) und zumindest einem Wärmeverteiler (2), der an den Metallschaum (1) stoffschlüssig angebunden ist, wobei die dem Metallschaum (1) abgewandte Oberfläche des Wärmeverters (2) kanal-förmige Vertiefungen (3) aufweist, durch die ein fluides Medium strömt.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die auf der Oberfläche des Wärmeverters (2) ausgebildeten Vertiefungen (3) Rohre (5) eingebracht sind.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (5) in die Vertiefungen (3) auf der Oberfläche des Wärmeverters (2) eingelötet, eingepreßt oder eingeklebt sind.

4. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeverteiler (2) als Platte (2.1) oder als Steg (2.2) ausgebildet ist.

5. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeverteiler (2) aus Vollmetall besteht.

6. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallschaum (1) aus Aluminium besteht.

7. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeverteiler (2) aus Aluminium, Kupfer oder Stahl besteht.

8. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeverteiler (2) mit einer Deckschicht (4) verbunden ist.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Wärmeverteiler (2) zugewandte Oberfläche der Deckschicht (4) eine zu den Vertiefungen (3) in der Oberfläche des Wärmeverters (2) spiegelbildliche Struktur (6) aufweist.

10. Wärmetauscher nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschicht (4) eine feinere Strukturierung (6) als der Wärmeverteiler (2) aufweist.

11. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschicht (4) aus demselben Material wie der Wärmeverteiler (2) besteht.

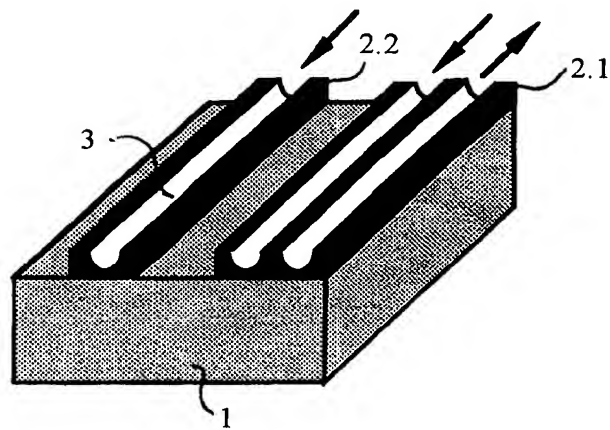
12. Wärmetauscher nach einem der vorstehen-

den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (3, 6) in der Oberfläche des Wärmeverters (2) und/oder der Deckschicht (4) durch Beschichtungen verfeinert sind.

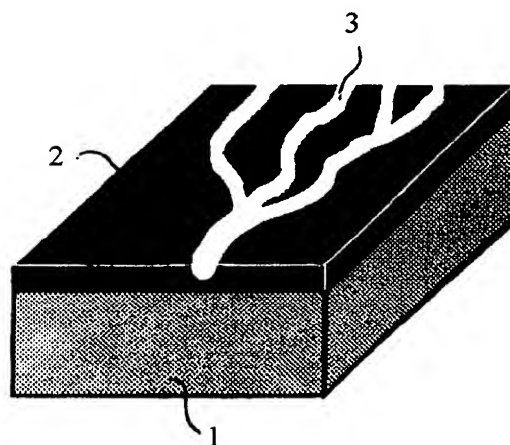
13. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallschaum (1) einen Lüfter für eine erzwungene Konvektion umschließt.

14. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Metallschaumes (1) mit Nanopartikeln beschichtet ist.

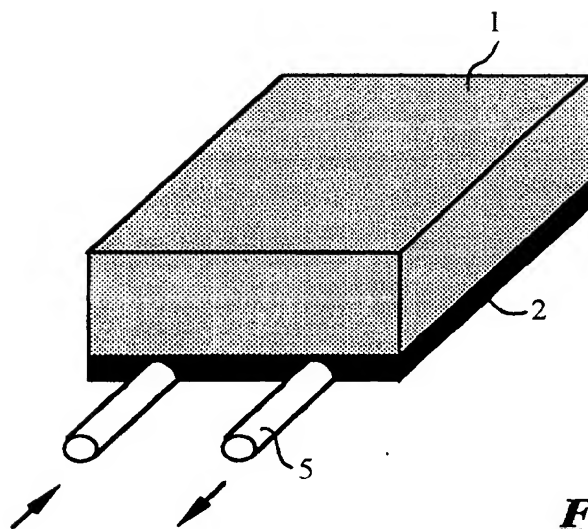
Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



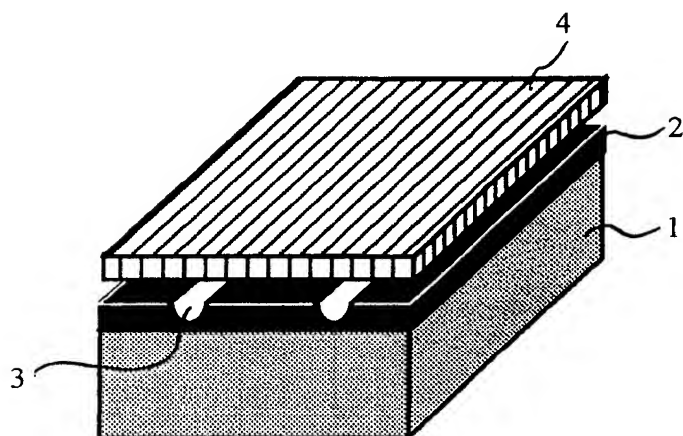
***Fig. 1***



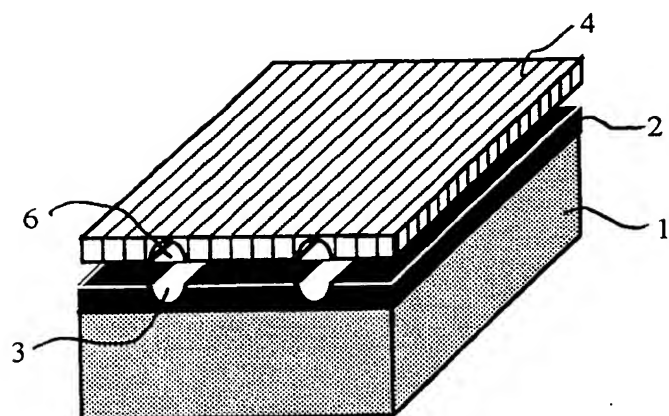
***Fig. 2***



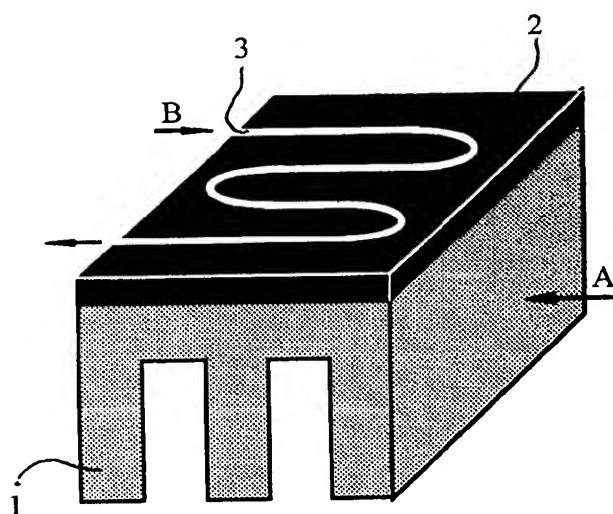
***Fig. 3***



***Fig. 4***



***Fig. 5***



***Fig. 6***